

Полтавський національний педагогічний університет
імені В.Г. Короленка

ДО 100-РІЧЧЯ ЖИТОМИРСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Науковий журнал

*Заснований у 2015 році
Виходить двічі на рік*

**Том 5
№ 2 • 2019**

Полтава • 2019

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

TO THE 100TH ZHYTOMYR IVAN FRANKO STATE UNIVERSITY

BIOLOGY & ECOLOGY

Scientific journal

Founded in 2015
Issued twice a year

Volume 5
№ 2 • 2019

Poltava • 2019

БІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Науковий журнал

Засновано 2015 року

Засновник та видавець:

Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації –
серія KB № 21850-11750 Р від 21 грудня 2015 року

Включено до Переліку наукових фахових видань України,
публікації яких зараховуються до результатів дисертаційних робіт з біологічних наук
(Наказ МОН України №1413 від 24.10.2017 року)

*Журнал «Біологія та екологія» публікує оригінальні матеріали
(експериментальні, теоретичні і методичні статті, а також короткі повідомлення,
огляди і рецензії) за результатами досліджень у різних галузях біології та екології*

Редакційна колегія:

Головний

редактор:

**Члени редакційної
колегії:**

С.В. Пилипенко, д.б.н., проф., Полтава, Україна

С.В. Гапон, д.б.н., проф., Полтава, Україна

Л.М. Гомля, к.б.н., доц., Полтава, Україна

Р.С. Гриньов, к. ф.-м. н., Аріель, Ізраїль

Д.В. Дубина, д.б.н., проф., Київ, Україна

Л.Д. Орлова, д.б.н., проф., Полтава, Україна

С.Я. Кондратюк, д.б.н., проф., Київ, Україна

О.В. Лукаш, д.б.н., проф., Чернігів, Україна

Л.Г. Любінська, д.б.н., проф., Кам'янець-Подільський, Україна

В.В. Никифоров, д.б.н., проф., Кременчук, Україна

В.М. Писаренко, д.с.-г.н., проф., Полтава, Україна

Ю.В. Самусенко, к.х.н., доц., Полтава, Україна

О.В. Севериновська, д.б.н., проф., Дніпр, Україна

М.В. Слюсар, к.б.н., доц., Полтава, Україна

О.В. Харченко, д.м.н., проф., Полтава, Україна

Л.М. Фельбаба-Клушина, д.б.н., проф., Ужгород, Україна

Володимир Зав'ялов, д.м.н., проф., Турку, Фінляндія

Адреса редакції:

кафедра ботаніки, екології та методики навчання біології,
Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка,
вул. Остроградського, 2, Полтава, 36003, Україна
e-mail: biozbirnyk@gmail.com

*Друкується за рішенням ученої ради Полтавського національного педагогічного університету
імені В.Г. Короленка (протокол № 14 від 25 червня 2019 р.)*

© Колектив авторів, 2019

© ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2019

BIOLOGY ECOLOGY

Scientific Journal

Founded in 2015

Founder and publisher:

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

Certificate about the state registration of print media

KV series number 21850-11750 P from December 21, 2015

Included in the List of scientific professional editions of Ukraine,
whose publications are credited to the results of dissertations on biological sciences
(the Order of MES of Ukraine №1413 issued on 24.10.2017)

*The journal «Biology and Ecology» publishes original materials (experimental,
theoretical and methodological articles and short reports, reviews and book reviews)
according to the results of research in various fields of biology and ecology.*

Editorial board:

Editor-in-Chief:
Members of the
Editorial Board:

S.V. Pylypenko, Doctor of Biology (Poltava, Ukraine)

S.V. Gapon, Doctor of Biology (Poltava, Ukraine)

L.M. Gomlya Ph. D. in Biology (Poltava, Ukraine)

R. S.Grynyov Doctor of Physical and mathematical sciences (Ariel, Israel)

L.D. Orlova, Doctor of Biology (Poltava, Ukraine)

D.V. Dubyna, Doctor of Biology (Kyiv, Ukraine)

S.Ya. Kondratyuk, Doctor of Biology (Kyiv, Ukraine)

O.V. Lukash, Doctor of Biology (Chernihiv, Ukraine)

L.G. Lyubinska, Doctor of Biology (Kamianets-Podilskyi, Ukraine)

V.V. Nykyforov, Doctor of Biology (Kremenichuk, Ukraine)

V.M. Pysarenko, Doctor of Agricultural Science (Poltava, Ukraine)

O.V. Severynovs'ka Doctor of Biology (Dnieper, Ukraine)

M.V. Slusar, Ph. D. in Biology (Poltava, Ukraine)

O.V. Kharchenko, Doctor of Medicine (Poltava, Ukraine)

L.M. Felbaba-Klushina, Doctor of Biology (Uzhhorod, Ukraine)

Vladimir Zaviyalov, Doctor of Medicine (Turku, Finland)

Address of Editorial Board:

Chair of Botany, Ecology and Biology teaching methodology

Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University

Ostrogradskogo Street, 2, Poltava, 36003, Ukraine

e-mail: biozbirnyk@gmail.com

*Printed according to the decision of Academic Council of Poltava V.G. Korolenko
National Pedagogical University (protocol № 14 of June 25, 2019)*

ЗМІСТ

ВІД РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ	9
БІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН	
<i>Киричук Г.Є., Музика Л.В.</i> ХРОНІЧНА ДІЯ НИЗЬКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДЕЯКИХ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПОКАЗНИКИ БІЛКОВОГО ОБМІНУ <i>LYMNAEA STAGNALIS</i>	11
<i>Стадниченко А.П.</i> АДВЕНТИВНИЙ ВИД КОТУШКОВИХ (MOLLUSCA, GASTROPODA, PLANORBIDAE, PLANORBULINAE) У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДАХ УКРАЇНИ	19
<i>Юришинець В.І.</i> СИМБІОТИЧНЕ УГРУПОВАННЯ МОЛЮСКІВ <i>DREISSENA BUGENSIS</i> (ANDRUSOV, 1897) У ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ УКРАЇНИ	25
<i>Шевчук (Янович) Л.М., Васільєва Л.А., Тарадайник (Пампура) М.М., Межжерін С.В.</i> ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВНЕСЕННЯ ДО ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ ПЕРЛІВНИЦІ <i>UNIO CRASSUS</i> (MOLLUSCA, BIVALVIA, UNIONIDAE)	32
<i>Андрійчук Т.В., Вискушенко А.П., Вискушенко Д.А., Тарасова Ю.В.</i> ГЕОГРАФІЧНЕ ПОШИРЕННЯ І ЧИСЕЛЬНІСТЬ КАЛЮЖНИЦІ В УКРАЇНІ	41
<i>Астахова Л.Є., Тарасова Ю.В., Андрійчук Т.В.</i> СИМБІОНТИ МОЛЮСКІВ РОДІВ <i>LYMNAEA</i> ТА <i>THEODOXUS</i> ВОДОЙМИЩ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ	46
<i>Василенко О. М., Костюк В. С., Першко І.О.</i> ВПЛИВ ТРЕМАТОДНОЇ ІНВАЗІЇ НА ОСОБЛИВОСТІ ТРОФІКИ СТАВКОВИКА ВИДОВЖЕНОГО	51
<i>Гарбар О.В., Данилюк М.М., Гарбар Д.А., Демчук Н.С.</i> ПОШИРЕННЯ ТА СТАН ПОПУЛЯЦІЇ ІСПАНСЬКОГО СЛИЗНЯКА М. ЖИТОМИРА	56
<i>Житова О.П.</i> ПРОТОЧНІСТЬ ВОДОЙМИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЗАРАЖЕ-НІСТЬ МОЛЮСКІВ ВОДОТОКІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ	63
<i>Zetoglyadchuk K.V.</i> SPECIES COMPOSITION OF SHELL MOLLUSKS OF THE BREST FORTRESS (BELARUS)	70
<i>Єрмошина Т.В., Павлюченко О.В., Мельниченко Р.К.</i> КОНХІОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ <i>SINANODONTA WOODIANA</i> (BIVALVIA, UNIONIDAE)	78
<i>Макарова Н. М.</i> ВІКОВІ ОСОБЛИВОСТІ І СЕЗОННА ДИНАМІКА ГАМЕТОГЕНЕЗУ У ПОПУЛЯЦІЯХ <i>ESPERIANA ESPERI</i> (GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, MELANOPSIDAE) УКРАЇНИ	89

<i>Онищук І.П., Коцюба І.Ю.</i> СИСТЕМАТИКА РОДІВ <i>OCTOLASION</i> ЦРЛЕУ, 1885 ТА <i>OCTODRILUS</i> ОМОДЕО, 1956	95
<i>Пінкіна Т. В., Пінкін А.А.</i> ОЦІНКА ВПЛИВУ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ХАРЧОВУ ПОВЕДІНКУ МОЛЮСКІВ (<i>GASTROPODA</i>)	104
<i>Потапенко Р.І., Лукашов Д.В.</i> ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ МАЛИХ ВОДОЙМ м. КИСЬВА ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У МОЛЮСКАХ <i>Lymnaea stagnalis</i> L., 1758	113
<i>Присяжнюк Р.А., Шевчук Л. М., Щербина Г.Х.</i> СТАТЕВА СТРУКТУРА ТА СТРОКИ РОЗМНОЖЕННЯ <i>DREISSENA POLYMORPHA</i> PALLAS, 1769 (<i>MOLLUSCA: BIVALVIA: DREISSENIDAE</i>) В ЖИТОМИРСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ	118
<i>Уваєва О. І., Кузнєцова Я. В., Шимкович О. Д.</i> РОЛЬ МАЛОЩЕТИНКОВОГО КІЛЬЧАСТОГО ЧЕРВА <i>CHAETOGASTER LIMNAEI</i> У ЗНИЖЕННІ ПАРАМФІСТОМАТИДОЗНОЇ ІНВАЗІЇ У МОЛЮСКІВ ПІДРОДИНИ <i>PLANORBINAE</i>	125
<i>Чайка Ю.Ю., Власенко Р.П.</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ПРОДУКУВАННЯ КОКОНІВ ДОЩОВИМИ ЧЕРВАМИ РОДУ <i>APORRECTODEA</i> В ШТУЧНИХ УМОВАХ	132
<i>Гарлінська А.М., Алпатова О.М., Шевчук С.Ю.</i> ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ, ПОШИРЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЇ <i>PHYSA SKINNERI</i> TAYLOR, 1954 В УКРАЇНІ	138
<i>Шевчук С.Ю., Гарлінська А.М., Алпатова О.М.</i> ГЕТЕРОТРОФНІ ДЖГУТИКОВІ РІЧКИ УЖ, ЇХ СЕЗОННА ДИНАМІКА, ТАКСОНОМІЧНА ТА ТРОФІЧНА СТРУКТУРИ	143
РЕЦЕНЗІЇ	
<i>Орлова Л.Д.</i> Рецензія на монографію «Канон біології», підготовлену В.М. Помогайбо, Н.О. Власенко (Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2019. –144 с.)	150
ДАНІ ПРО АВТОРІВ	151
ВИМОГИ ДО АВТОРІВ	

CONTENTS

FROM EDITORIAL BOARD	9
HUMAN AND ANIMAL BIOLOGY	
<i>Kyrychuk G. Ye., Muzyka L.V.</i> CHRONIC ACTION OF LOW CONCENTRATIONS OF SOME OF HEAVY METALS ON THE PROTEIN EXCHANGE INDICATORS OF <i>LYMNAEA STAGNALIS</i>	11
<i>Stadnychenko A.P.</i> THE ADVENTIVE SPECIES OF THE SPRITE (MOLLUSCA, GASTROPODA, PLANORBIDAE) IN THE SUPERFICIAL WATER FROM UKRAINE	19
<i>Yuryshynets V.I.</i> THE SYMBIOTIC COMMUNITY OF <i>DREISSENA BUGENSIS</i> (ANDRUSOV, 1897) IN THE WATER OBJECTS OF UKRAINE	25
<i>Shevchuk (Yanovych) L.M., Vasilieva L.A., Taradainyk (Pampura) M.M., Mezhzheryn S.V.</i> JUSTIFICATION FOR THE NECESSITY OF REGISTRATION IN THE RED DATA BOOK OF UKRAINE THE <i>UNIO CRASSUS</i> PHILIPSSON, 1788 (MOLLUSCA, BIVALVIA, UNIONIDAE)	32
<i>Andriychuk T.V., Vyskushenko A.P., Vyskushenko D.A., Tarasova Yu.V.</i> GEOGRAPHICAL EXPANSION AND NUMBER OF THE GAZETTE IN UKRAINE	41
<i>Astakhova L.Y., Tarasova Y.V., Andriychuk T.V.</i> SYMBIONTS OF MOLLUSCS OF THE GENERA <i>LYMNAEA</i> AND <i>THEODOXUS</i> IN RESERVOIRS OF CENTRAL POLISSYA	46
<i>Vasylenko O.M., Kostyuk V.S., Pershko I.O.</i> THE INFLUENCE OF INVASION BY TREMATODA ON BASIC TROPHOLOGICAL INDICES OF <i>LYMNAEA PEREGR</i> A	51
<i>Harbar O.V., Danyliuk M.M., Harbar D.A., Demchuk N.S.</i> DISTRIBUTION AND POPULATION STATUS OF THE SPANISH SLUG IN ZHYTOMYR	56
<i>Zhytova O.P.</i> WATERBODY FLOWAGE AND ITS EFFECT ON MOLLUSKS CONTAMINATION UNDER THE CONDITIONS OF UKRAINIAN POLISSYA STREAMFLOWS	63
<i>Zemoglyadchuk K.V.</i> SPECIES COMPOSITION OF SHELL MOLLUSKS OF THE BREST FORTRESS (BELARUS)	70
<i>Yermoshyna T.V., Pavliuchenko O.V., Melnychenko R.K.</i> CONCHIOLOGICAL VARIABILITY OF <i>SINANODONTA WOODIANA</i> (BIVALVIA, UNIONIDAE)	78
<i>Makarova N. M.</i> AGE PECULIARITIES AND SEASONAL DYNAMICS OF HAMETOGENESIS IN POPULATIONS OF <i>ESPERIANA ESPERI</i> (GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, MELANOPSIDAE) OF UKRAINE	89

Onyshchuk I.P., Kotsiuba I. Yu. TAXONOMY OF GENUS <i>OCTOLASION</i> <i>IRLEY</i> , 1885 AND <i>DOCTODRILUSOMODEO</i> , 1956	95
<i>Pinkina T.V., Pinkin A.A.</i> EVALUATION OF THE HEAVY METALS IONS INFLUENCE ON THE TROPHIC BEHAVIOR OF MOLLUSCS (GASTROPODA)....	104
<i>Potapenko R.I., Lukashov D.V.</i> ESTIMATION OF ECOSYSTEMS POLLUTION OF SMALL WATER RESERVOIRS OF KYIV ACCORDING TO THE INDICATORS OF THE HEAVY METALS ACCUMULATIONS BY MOLLUSKS OF <i>LYMNAEA STAGNALIS</i> L., 1758	113
<i>Prysiashniuk R., Shevchuk L., Shcherbina G.</i> THE SEXUAL STRUCTURE AND TERMS OF REPRODUCTION OF <i>DREISSENA POLYMORPHA</i> PALLAS, 1769 (MOLLUSCA: BIVALVIA: DREISSENIDAE) IN ZHITOMIR RESERVOIR	118
<i>Uvayeva O. I., Kuznyetsova Ya. W., Shimkovich O. D.</i> ROLE OF THE OLIGOCOAETE WORM <i>CHAETOGASTER LIMNAEI</i> IN REDUCING PARAMPHISTOMIASIS IN MOLLUSKS OF THE SUBFAMILY PLANORBINAE	125
<i>Chayka Yu.Yu., Vlasenko R.P.</i> ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF USING THE METHODS OF THE COCOONS PRODUCTION BY EARTHWORMS OF THE GENUS <i>APORRECTODEA</i> IN ARTIFICIAL CONDITIONS	132
<i>Garlinska A.M., Alpatova O.M., Shevchuk S.Yu.</i> THE PHYSAS <i>SKINNERI</i> TAYLOR, 1954 FEATURES OF STRUCTURE, SPREAD, AND ECOLOGY IN UKRAINE	138
<i>Shevchuk S.Yu., Garlinska A.M., Alpatova O.M.</i> HETEROTROPHIC FLAGELLATES OF THE UZH RIVER, THEIR SEASONAL DYNAMICS, TAXONOMIC AND TROPHIC STRUCTURES	143
REVIEWS	
<i>Orlova L.D.</i> REVIEW OF THE MONOGRAPH “CANON OF BIOLOGY”, PREPARED BY V.M. POMAGAIBO, N.O. VLASENKO (POLTAVA: VG KOROLENKO PNP, 2019 – 144 P.)	150
DATA ON AUTHORS	151
REQUIREMENTS FOR AUTHORS	

ВІД РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Вельмишановні колеги!

Природничий факультет має давню історію, що розпочинається ще від заснування Житомирського педагогічного інституту 16 жовтня 1919 р. На момент створення в структурі цього навчального закладу було три факультети, серед яких і природничо-географічний з відділами біології і географії.

В 1929 р. у зв'язку з реорганізацією вищого навчального закладу в Інститут Соціального Виховання (своєрідний комбінат учбових закладів) і природничо-географічний факультет зазнає значних змін, так як стає окремим відділом факультету соціального виховання, на якому почали готувати вчителів біології і географії лише для 7-річної школи. Циклові комісії замінюються кафедрами, першою серед яких була кафедра природничих дисциплін. В 1934 р. Інституту Соціального Виховання був наданий статус Вчительського, в структурі якого знову виокремили природничий факультет з відділами біології, хімії, географії на яких навчалися майбутні викладачі біології, географії і хімії. У наступні роки інститут знову зазнає реорганізації, і після набуття в 1938 році статусу державного педагогічного інституту з чотирирічним терміном навчання, в ньому функціонує два природничо-географічних факультети – один з яких здійснює підготовку вчителів для семирічних шкіл, а другий для середніх шкіл.

В 1944 році, коли інститут відновив свою роботу, природничого факультету в його складі не було. Відкриття факультету у складі Бердичівського педінституту в 1962 році, можна вважати наступним етапом його історії. На базі трьох предметних комісій нового факультету, у 1965 році утворили кафедри ботаніки, зоології та хімії. У зв'язку з укрупненням інститутів природничий факультет Бердичівського педінституту переведено до Житомирського державного педагогічного інституту імені Івана Франка. У кінці серпня 1971 до Житомира переїхали 250 студентів та майже всі його викладачі. Факультет розмістили у непристосованому для навчання приміщенні на вулиці Пушкінській, 42. За короткий час студенти та викладачі власними силами відремонтували лекційні аудиторії та лабораторії: морфології, систематики, фізіології рослин, зоології безхребетних та хребетних тварин, анатомії людини, фізіології людини і тварин, гістології, мікробіології, неорганічної і органічної хімії, біохімії, хімічної технології, аналітичної хімії, методики викладання хімії. 6 жовтня 1971 року нарешті розпочався навчальний процес.

З вересня 1972 року природничий факультет почав діяльність як повноцінний навчально-науковий структурний підрозділ інституту. Із покращенням матеріальної бази та розширенням викладацького складу факультету поступово збільшувалася кількість студентів, а у 1987 році відкрили заочний відділ.

У травні 1972 році розпочалося будівництво агробіологічної станції в районі хутора Загишя, що тривало 15 років. Результатом стало створення унікального архітектурного ансамблю, де були розміщені лабораторії, геологічний музей, їдальня, гуртожиток, теплиці, створено оранжерею, розміщені навчальні та науково-дослідні ділянки, численні квітники, дендраріум (понад 20 видів нетипових для Полісся дерев і кущів). Міністерством освіти України агробіологічну станцію факультету визнано кращою серед педагогічних закладів України на той час. Упродовж семидесятих років зусиллями доцента кафедри зоології К. І. Копейна та його учнів, доцента А. П. Вискушенка та старшого викладача В. К. Гирина, створювалися фонди зоологічного музею, який пізніше було реорганізовано в музей Природи. Його фонди нараховують багато експонатів рідкісних та екзотичних видів тварин і рослин, зібраних з усіх континентів світу, колекцію комах, яєць, скам'янілостей. Також чисельною є колекція рідкісних і дорогоцінних мінералів, гірських порід Житомирщини, України, Євразії, зібраних доцентом кафедри ботаніки Г. О. Корбутом. Музей Природи природничого факультету вже тривалий час вважається одним із найкращих музеїв навчальних закладів і є гордістю

університету. З 1986 року в навчальному корпусі №3 розташовується тільки природничий факультет, у зв'язку з чим розпочався капітальний ремонт корпусу. Суттєве перепланування будівлі призвело до того, що відбулися зміни в розташуванні лекційних аудиторій та лабораторій. Відремонтовані аудиторії поповнилися обладнанням, наочністю, меблями, що дало змогу значно оновити матеріально-технічну базу факультету. Сьогодні навчальний процес забезпечують: 6 лекційних аудиторій, 20 спеціалізованих лабораторій з підсобними приміщеннями різних навчальних дисциплін, два комп'ютерні класи та науково-дослідна лабораторія.

В 1999 році навчально-виховний процес на факультеті забезпечують три кафедри: ботаніки (завідувач- А. М. Охріменко), зоології (завідувач- А. П. Стадниченко), хімії (завідувач- Ю. К. Онищенко), що забезпечують підготовку вчителів для середніх шкіл за спеціальностями «Біологія» та «Біологія і хімія».

З 1973 р. Агнеса Полікарпівна Стадниченко, завідує кафедрою зоології. Доктор біологічних наук, професор, Академік Академії наук вищої школи України, заслужений працівник освіти України. З 1971р. Стадниченко А. П. працює у Житомирському державному педагогічному інституті ім. І. Франка спочатку доцентом, а з 1984р. – професором. Основні навчальні курси, які читає А. П. Стадниченко «Зоологія безхребетних», «Загальна гідробіологія», «Основи трофології», керує написанням магістерських та дипломних робіт, студентською науковою проблемною групою, аспірантами. Галузь наукових досліджень: малакологія, паразитологія, екологія, водна токсикологія, гідробіологія. Агнеса Полікарпівна – засновник унікальної наукової малакологічної школи, що займається вирішенням різноманітних проблем, які стосуються фауни, систематики, поширення, паразитології і екології молюсків. Наслідком систематичного глибокого дослідження малакофауни України став вихід друком та депонування 15 монографій (в тому числі і трьох в серії «Фауна України» АН УРСР), присвячених різноманітним групам молюсків та їх паразитам – трематодам. Вона володіє п'ятьма мовами, неодноразово отримувала гранти фонду «Відродження», удостоєна таких почесних звань і нагород як відмінник народної освіти України, почесний професор ЖДУ, медаль „Ветеран праці”, знаки „Софія Русова”, „Слава ЖДУ”, „За наукові досягнення”; медаль Федерації науковців України, Грамота Верховної Ради України «За заслуги перед українським народом», грамотою ВАК (за вагомий внесок у державну систему атестації наукових кадрів), грамотою Міністерства освіти України та ін. А. П. Стадниченко – автор 543 наукових праць, серед яких 5 монографій. А. П. Стадниченко створила єдину в Україні малакологічну школу, на базі якої проводяться міжнародні наукові конференції, з'їзди та семінари.

На початок 2019 року в структуру факультету входить чотири кафедри: ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття (завідувач – доцент Ю. С. Шелюк); зоології, біологічного моніторингу та охорони природи (завідувач – професор А. П. Стадниченко); екології, природокористування та біології людини (завідувач – професор (б. в. з.) О. В. Гарбар); хімії (завідувач – О. В. Анічкіна). На факультеті працює 58 науково-педагогічних працівників. Із них 10 професорів, докторів наук; 28 доцентів, 11 кандидатів наук (старших викладачів) та 8 асистентів.

Низка викладачів факультету мають почесні відзнаки: заслуженого працівника освіти України – професори А. П. Стадниченко, Г. Є. Киричук та доцент А. П. Вискушенко; відмінника освіти України – Д. А. Вискушенко, В. К. Гирин, Л. М. Шевчук; Науковця року – Г. Є. Киричук, Ю. С. Шелюк; лауреата Премії Президента для молодих вчених – Г. Є. Киричук, О. В. Гарбар, Р. К. Мельниченко, Л. М. Шевчук; лауреата Премії НАН України для молодих вчених – Ю. С. Шелюк; лауреата Соросівського гранту – Г. Є. Киричук, крім того професор, доктор хімічних наук В. О. Віленський був нагороджений медаллю Президії НАН України за професійні здобутки.

Житомирський державний університет імені Івана Франка 16 жовтня 2019 відзначив своє 100-річчя.

*З повагою та шаною,
редакційна колегія.*

УДК 574.64:577.122+594.38

<http://doi.org/>

Г.Є.Киричук¹, Л.В.Музика²

Житомирський державний університет імені Івана Франка

вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10002, Україна

kyrychuk@zu.edu.ua

¹ORCID 0000-0002-1059-2834

²ORCID 0000-0001-7752-7853

ХРОНІЧНА ДІЯ НИЗЬКИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДЕЯКИХ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПОКАЗНИКИ БІЛКОВОГО ОБМІНУ *LYMNAEA STAGNALIS*

*Досліджено хронічну (14 діб) дію низьких концентрацій (2 ГДК) іонів важких металів (купруму, цинку, кадмію та плюмбуму) на зміни вмісту окремих метаболітів білкового обміну (альбумінів, глобулінів та білкового індексу) в гемолімфі, гепатопанкреасі та мантиї прісноводних молюсків *Lymnaea stagnalis*.*

Ключові слова: прісноводні молюски, альбуміни, глобуліни, білковий індекс, іони кадмію, іони цинку, іони плюмбуму, іони купруму.

Вступ. Серед п'яти класів речовин, що виокремленні як пріоритетні токсиканти за переважною зустрічальністю та екологічною небезпекою (Оксиук и др., 1993), сполуки важких металів посідають чільне місце. Вони впливають на якість водного середовища та функціонування водних екосистем (Линник, 1999). Валовий вміст важких металів (Брагинский, 1989), у внутрішніх водоймах України зростає з року в рік, часто значно перевищуючи їх гранично допустимі концентрації як санітарно-гігієнічні, так і рибогосподарські. З'ясовано, що водяні тварини, угруповання і екосистеми дуже чутливі до зміни хімічного складу водного середовища, особливо, до впливу іонів металів (Христофорова, 1989, Романенко, 2004, Киричук, 2011, Khangarot, 1988). Встановлено, що гідробіонти здатні накопичувати важкі метали в кількостях, які у сотні (ферум), тисячі (купрум, кадмій) і сотні тисяч (цинк, манган) разів перевищують їх концентрації у воді (Комаровский, 1981). Відомо також (ковальський, 1974), що водяні організми, концентруючи мікроелементи, забезпечують тим самим нормальний синтез біологічно активних речовин типу ферментів, гормонів і вітамінів. Однак при концентраціях, що перевищують нормальний їх вміст, в організмі втрачається межа між їх фізіологічною і токсичною дією металів (Горова, 1987). Крім цього, поряд з прямою токсичною дією, іони металів викликають небезпечні віддалені наслідки, а саме: мутагенний, ембріотоксичний, гонадотоксичний та інші ефекти (Атаев, 2004, Devis, 1971).

Як зазначалося (Христофорова, 1989), на організмовому рівні дія токсикантів призводить до змін хімічного складу, морфологічних характеристик клітин, осмотичних функцій, виникнення й утворення патологічних форм, мутацій, порушення дихання та орієнтації гідробіонтів у просторі. Все це призводить до патологічної зміни генетичних, біохімічних, фізіологічних, морфологічних, етологічних, екологічних характеристик популяцій

Плюмбум і кадмій належить до класу ксенобіотиків, а купрум і цинк в малих кількостях є мікроелементами (Патин, 1983, Давыдов, 2002). Дослідження хронічного впливу малих концентрацій зазначених іонів на особливості білкового обміну в організмі прісноводних молюсків дозволить прогнозувати стан малакоценозів за певного рівня антропогенного (зокрема, токсичного) навантаження на гідроекосистеми та передбачати зміни в самих екосистемах.

Матеріал і методики дослідження. В експерименті використано 146 екз. однорозмірних *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) (з розмірними характеристиками: висота черепашки – $38,614 \pm 0,127$ мм, маса молюска – $3,785 \pm 0,108$ г) зібрані у липні 2017 рр. у двох водоймах (басейн р. Гуйва смт. Озерне Житомирського району та р. Коднянка с. Старий Солотвін Бердичівського району). Протягом 14 діб особин по 10 екз. утримувалися у дехлорованій водопровідній воді (рН 7,3–7,7; температура – 18–20°C; вміст кисню – 7,0–8,2 мг/дм³, об'єм – 5 л). Для дотримання чистоти експерименту і запобігання хронічного впливу власних екзометаболітів у акваріумах щодоби змінювали воду.

У токсикологічному досліді проведеному за методикою (Алексеев, 1981) досліджено солі металів з однойменним аніоном: $ZnCl_2$, $PbCl_2$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$ марки ч.д.а. Розрахунок концентрацій здійснювали на катіон. Використані концентрації відповідають 2 ГДК_{рибогосподарське}. Токсичне середовище змінювали кожну добу. Експозиція – 14 діб.

Для біохімічних досліджень використовували гепатопанкреас, мантию та гемолімфу. Останню отримували за методикою Таргетта (Алякринская, 1974) в модифікації Стадниченко (Архипчук и др., 1994) безпосередньо перед дослідженням. Масу молюсків та органів вимірювали на електронних вагах WPS 1200/C. У досліді використанні неінвазовані особини.

Для визначення вмісту метаболітів готували тканинні екстракти в екстрагуючому середовищі 0.1 М трис-НCl (рН 7,6). Вміст альбумінів визначали за методикою описаною (Киричук, 2009), глобулінів – за Маклагеном (Киричук, 2009) (обраховано в одиницях – SH). Білковий індекс розраховували як альбуміново-глобулінове співвідношення. Всього здійснено 876 біохімічних аналізів в трьохкратній повторності. Інтенсивність забарвлення кінцевих продуктів в усіх випадках визначали фотометрично на КФК-3.

Отримані результати піддавали статистичній обробці за загальноприйнятою методикою з використанням t-критерію Стьюдента.

Результати дослідження. При вивченні короткотривалої дії низьких концентрацій (LK^{48}_{25}) іонів важких металів (Mn^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} ,

Zn^{2+}) на вміст альбумінів, глобулінів та показник білкового індексу в різних тканинах та органах прісноводного черевоногого моллюска *Planorbarius purpura* було з'ясовано (Киричук, 2011), що дія цих іонів на білки у кожній з досліджених тканин цих тварин була багатовекторною і характеризувалася загальним регуляторно-токсичним принципом дії (Kirichuk et al., 2009). У зв'язку з цим виникала потреба проаналізувати особливості дії іонів купруму, кадмію, плюмбуму та цинку на типового представника прісноводних гідроценозів який, на відміну від *P.purpura*, характеризується іншими екологічними спектрами. Крім того, *L.stagnalis* досить часто використовують як індикаторний вид стану навколишнього середовища. Саме тому ми проаналізували досліджувані показники взявши тварин для експерименту з двох різних водойм при цьому зберігши інші рівні умови в експерименті (розмірність, масу, період аклімації).

Купрум входить до складу низки ферментів (цитохромоксидази, діамінооксидази, уратоксидази, сульфідтрансферази та ін.) та купрумвмісних білків, бере участь у процесах тканинного дихання, кровотворення, сперматогенезу, синтезу фосфоліпідів, фенольного обміну, виступає як каталізатор окисно-відновних реакцій, впливає на структуру та функції нуклеїнових кислот (Мур, 1987).

Цинк входить до складу карбоангідраз, дегідрогеназ, фосфатаз, протеїназ, пептидаз та ферментів нуклеїнового обміну, відіграє суттєву роль в механізмах спадковості через участь в стабілізації рибосом і біополімерів. Від кількості цинку в організмі залежать особливості протікання у м'язовій тканині гліколітичних та окиснювальних процесів (Горовая, 1987). Для металів, що не виконують в організмі фізіологічних функцій (кадмій, плюмбум), відзначається невисокий рівень регуляції їх надходження (Горовая, 1987). Відомо (Кадмій, 1984), що кадмій виступає антагоністом іону цинку, що призводить до заміщення останнього в біологічних структурах та порушенні ензиматичних процесів.

У зв'язку із зазначеним, слід очікувати суттєвого впливу досліджуваних катіонів на вміст метаболітів білкового обміну.

Порівняльний аналіз вмісту білкових фракцій (альбумінів та глобулінів) в організмі ставковика озерного з різних біотопів. (контрольних групах тварин) в гемолімфі, мантиї та гепатопанкреасі показав, що досліджені показники є величинами одного порядку (рис. 1-3) і між їх значеннями статистично достовірної похибки не виявлено. Разом з тим спостерігається тенденція до зниження (15%) білкового індексу в гепатопанкреасі у особин з популяції р.Гуйва (рис. 4), що в свою чергу свідчить про стимуляцію синтезу альбумінів в гепатопанкреасі моллюсків. При хронічній дії низьких (2 ГДК) концентрацій досліджених іонів на особин з обох популяцій у мантиї та гепатопанкреасі відмічено пригнічення синтетичних процесів, що проявляється в зниженні на 14,0-36,5% вмісту глобулінів та падіння показників вмісту альбумінів за дії іонів купруму, кадмію та плюмбуму (до 52%) в гемолімфі та зростання обговорюваного показника за дії іонів цинку (в 2,7 рази). Разом з тим найбільш інформативним по-

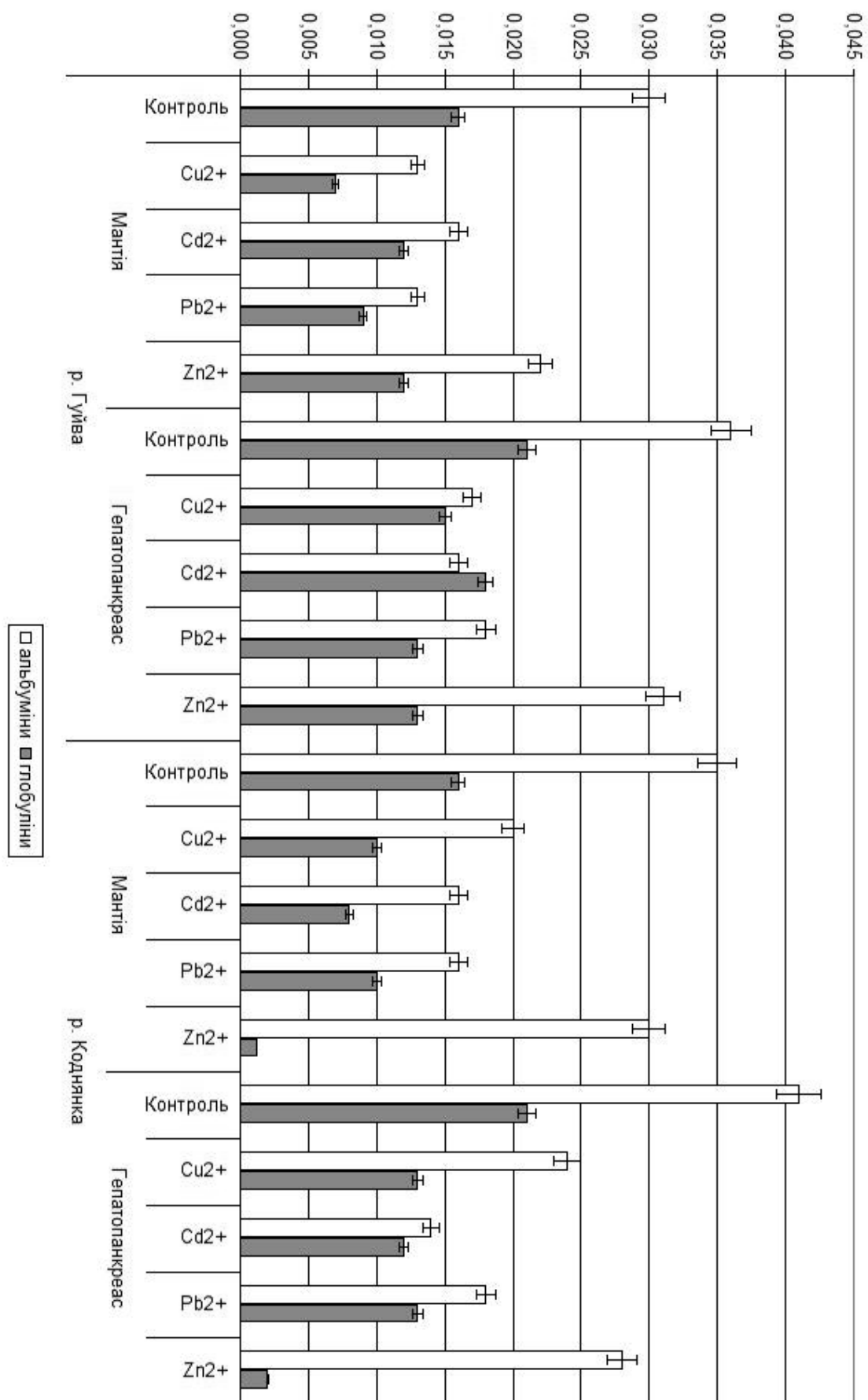


Рис. 1. Динаміка вмісту альбумінів (г/г) та глобулінів (-SH/г) в тканинах та органах *Lymnaea stagnalis*

казником проходження обмінних процесів є білковий індекс. Падіння зазначеного індексу може свідчити про зменшення вмісту альбумінів або ж збільшення кількості глобулінів. Це в свою чергу може бути причиною порушення синтетичної функції гепатопанкреаса і підвищення синтезу деяких фракцій глобулінів, як відповідь організму на розвиток патологічних процесів.

Виявлене нами зростання вмісту альбумінів за низьких концентрацій цинку може бути адаптивними і здійснюється з метою виведення металу з організму молюсків. Надмірна інтоксикація іонами цинку призводить до адаптаційно-енергетичного окиснення білків і амінокислот (Христофорова, 1989, Синюк и др., 2003), що позначається на зниженні їх гомеостатичного рівня у гемолімфі, яка відображає загальний адаптивний статус організму тварин. Аналогічна тенденція практично характерна і для глобулінів, проте зниження їх вмісту за дії цинку у високих концентраціях може мати не стільки захисний, скільки деградаційний характер. В цілому, у молюсків за дії іонів цинку в невисоких концентраціях (2 ГДК) за зменшення білкового індексу, ймовірно, зростає роль глобулінів як захисних та гомеостатичних білків первинного захисту тканин, насамперед, гемолімфи. Однак за подальшої інтоксикації молюсків іонами цинку водного середовища при збільшенні величини білкового індексу основну адаптоформуючу роль на себе беруть альбумінові білки, що здатні не тільки виводити цинк та транспортувати метаболіти, а й служити енергетичним матеріалом в умовах хронічного енергетичного дефіциту, пов'язаного зі значними енергетичними витратами для формування захисних систем організму в цілому (Панин, 1983, Sanders et al., 1993). Подібна закономірність за інтоксикації іонами важких металів характерна і для інших гідробіонтів (Синюк и др., 2003). З іншого боку, зміна величини білкового коефіцієнту може бути пов'язана з активацією за інтоксикацією цинком апоптозу клітин (Samali, 1996).

Отже, на підставі дослідження білкового складу тканин та їх білкового коефіцієнту в цілому можна прогнозувати посилення негативного впливу іонів цинку на молюсків зі зростанням їх концентрації у воді.

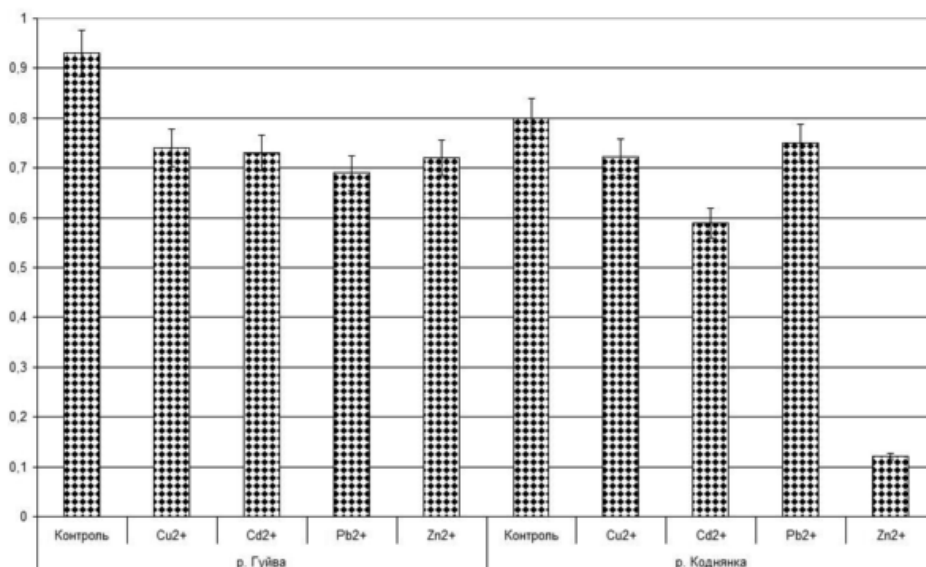


Рис.2. Вміст глобулінів (-SH/л) в гемолімфі *Lymnaea stagnalis* за дії іонів важких металів

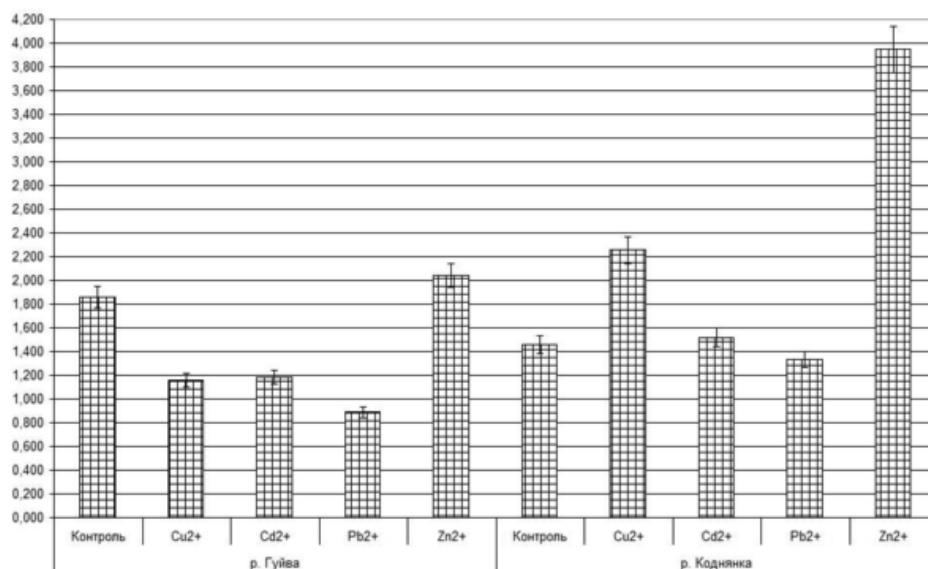


Рис. 3 Вміст альбумінів (г/л) в гемолімфі *Lymnaea stagnalis* за дії іонів важких металів

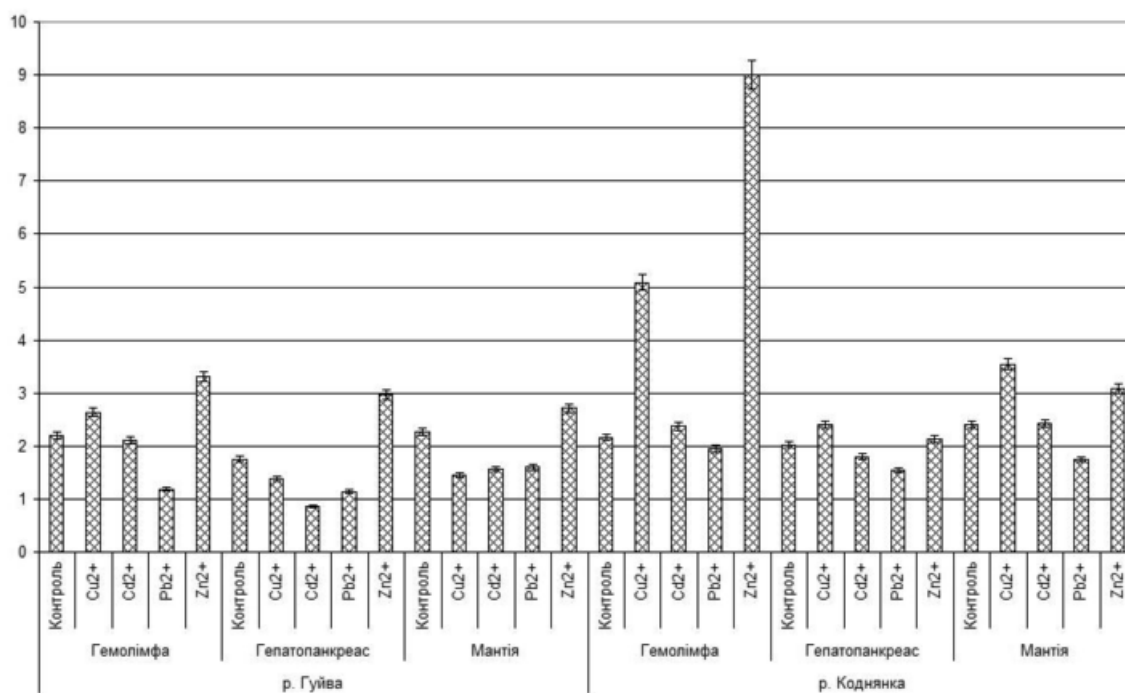


Рис.4 Динаміка показників білкового індексу (альбуміни/глобуліни) в тканинах та органах *Lymnaea stagnalis*

Висновки: Білкова система тканин молюсків швидко реагує на зміну лімітуючого чинника водного середовища, яким є іони металів. На підставі білкового складу тканин та білкового коефіцієнту в цілому можна прогнозувати посилення негативного впливу іонів на молюсків зі зростанням їх концентрації у воді.

Список використаної літератури

- Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно токсикологического эксперимента / В. А. Алексеев // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17, № 3. – С. 92–100.
- Алякринская И. О. О гемоглобине гемолимфы беломорских астарт / И. О. Алякринская // Зоол. журн. – 1974. – № 9. – С. 1304–1307.
- Архипчук С. В. Влияние последствия СМС «Ландыш» на легочное и кожное дыхание прудовика озерного, инвазированного трематодами, при разном температурном режиме / С. В. Архипчук, А. П. Стадниченко, Л. Д. Иваненко // Деп. в ГНТБ Украины. – 05.08.1994. – № 1527. – Ук 94. – 20с.
- Атаев Г. Л. Защитные реакции брюхоногих моллюсков. 1–Клеточные реакции / Г. Л. Атаев, А. В. Полевщиков // Паразитология. – 2004. – Вып. 38 (4). – С. 342–351.
- Брагинский Л. П. Эколого-токсикологическая ситуация в водной среде (основные принципы оценки и прогнозирования) / Л. П. Брагинский, Ф. Я. Комаровский, П. Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1989. – Т. 25, № 6. – С. 91–101.
- Горовая С. Л. Физиолого-биохимические показатели рыб водоёмов Белоруссии / С. Л. Горовая, С. А. Столярова. – М. : Наука и техника, 1987. – 157 с.
- Давыдов С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдов, В. И. Тагасов. – М. : РУДН, 2002. – 140 с.
- Кадмий // Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ. – М., 1984. – Вып. 69. – 59 с.
- Киричук Г. Є. Фізіолого-біохімічні механізми адаптації прісноводних молюсків до змін біотичних та абіотичних чинників водного середовища : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук. Спец. "Гідробіологія" / Г. Є. Киричук. – Київ, 2011. – 45 с.
- Киричук Г. Є. Вміст білків у тканинах витушки пурпурної (Mollusca : Gastropoda : Pulmonata : Bulinidae) за дії іонів металів / Г. Є. Киричук // Доповіді НАНУ. – 2009. – № 1. – С. 161–167.
- Ковальский В. В. Геохимическая экология / В. В. Ковальский. – М. : Наука, 1974. – 299 с.
- Комаровский Ф. Я. Ртуть и другие тяжелые металлы в водной среде : миграции, накопление, токсичность для гидробионтов обзор) / Ф. Я. Комаровский, Л. Р. Полищук // Гидробиол. журн. – 1981. – Т. 17, № 5. – С. 71–83.
- Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксик, В. Н. Жукин, Л. П. Брагинский [и др.] // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
- Линник П. Н. Донные отложения водоемов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжелых металлов / П. Н. Линник // Гидробиол. журн. – 1999. – Т. 35, № 2. – С. 97–109.
- Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. Мур, С. Рамамурти. – М. : Мир, 1987 – 288 с.
- Панин Л. Е. Биохимические механизмы стресса / Л. Е. Панин – Новосибирск : Наука, 1983. – 234 с.
- Патин С. А. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах / С. А. Патин, Н. Н. Морозов. – М. : Легк. и пищ. пром-сть, 1981. – 153 с.
- Романенко В. Д. Основы гидроэкологии / В. Д. Романенко – К. : Генеза, 2004. – 664 с.
- Синюк Ю. В. Влияние тяжелых металлов на качественный и количественный состав белков сыворотки крови карпа / Ю. В. Синюк, В. З. Курант, В. В. Грубинко // Гидробиол. журн. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 56–64.
- Христофорова Н. К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами / Н. К. Христофорова. – Л. : Наука, 1989. – 192 с.
- Devis L. T. Metyl mercury in fish / L. T. Devis. – Stockholm : FAO, 1971. – 364 p. – (Report from an Expert group FAO).
- Khangarot B. S. Sensitivity of freshwater pulmonate snails, *Lymnaea luteola* L., to heavy metals. / B. S. Khangarot, P. K. Ray // Bull Environ Comtam Toxicol. – 1988. – 41. – P. 208–213.
- Kirichuk G. Ye. Peculiarities of the Protein Metabolism in Gastropoda (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) under Trematoda Infestation / G. Ye. Kirichuk, V. V. Grubinko // Hydrobiological journal. – 2009. – Vol. 45, № 1. – P. 109–120.
- Samali A. Heat shock proteins increase resistance to apoptosis / A. Samali, T. G. Cotter // Experimental Cell Research. – 1996. – Vol. 223, № 1. – P. 163–170.
- Sanders B. M., Martin L. S. Stress proteins as biomarkers of contaminant exposure in archived environmental samples / B. M. Sanders, L. S. Martin // Science of the Total Environment. – 1993. – Vol. 139/140. – P. 459–470.

CHRONIC ACTION OF LOW CONCENTRATIONS OF SOME OF HEAVY METALS ON THE PROTEIN EXCHANGE INDICATORS OF *LYMNAEA STAGNALIS*

G. Ye. Kyrychuk, L.V. Muzyka

Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

Chronic (14 days) effect of low concentrations (2 MPC) of heavy metal ions (cuprum, zinc, cadmium and plumbum) on changes in the content of individual metabolites of protein metabolism

(albumins, globulins and protein index) in hemolymph, hepatopanialis and mAb.

Key words: freshwater molluscs, albumins, globulins, protein index, cadmium ions, zinc ions, plumbum ions, cuprum ions.

REFERENCES

- Alekseev, V. A. (1981). *Osnovnye pryncypy sravnyteljno toksykologhycheskogo eksperimenta*. Ghydrobyol. zhurn., 17(3), 92–100 (in Russian).
- Aljakrynskaja, Y. O. (1974). *O ghemoghlobyne ghemolymfy belomorskykh astart*. Zool. zhurn, 9, 1304–1307 (in Russian).
- Arkhyphchuk, S. V., Stadnychenko, A. P., Yvanenko L. D. (1994). *Vlyjanye posledstvyja SMS «Landysh» na leghochnoe y kozhnoe dykhanje prudovyka ozernogho, ynvazyrovanogho trematodamy, pry raznom temperaturnom rezhyme*. Dep. v GhNTB Ukrainy (in Ukrainian).
- Ataev, Gh. L., Polevshhykov, A. V. (2004). *Zashhytnye reakcyi brjukhonoghykh molljuskov. 1–Kletochnye reakcyi*. Parazytologhyja. 38 (4), 342–351 (in Russian).
- Braghynskyy, L. P., Komarovskyy, F. Ja., Lynnyk, P. N. (1989). *Ekologho-oksykologhycheskaja sytuacyja v vodnoj srede (osnovnye pryncypy ocenky y proghnozyrovanyja)*. Ghydrobyol. zhurn., 25(6), 91–101 (in Russian).
- Davudov, S. L. Taghasov, V. Y. (2002). *Tjzhelye metally kak supertoksykanty XXI veka*. RUDN, Moscow, (in Russian).
- Ghorovaja, S. L., Stoljarova, S. A. (1987). *Fyzyologho-byokhymycheskye pokazately rub vodoemov Belorussyy*. Nauka y tekhnika, Moscow, (in Russian).
- Kadmyj (1984). *Nauchnye obzory sovetskoj lyteratury po toksychnosti y opasnosti khymycheskykh veshhestv*. Moscow, (in Russian).
- Khrystoforova, N. K. (1989). *Byoindykacyja y monytoryngh zaghrjaznenyja morskykh vod tjzhelmy metallamy*. Nauka, Lviv (in Ukrainian).
- Komarovskyy, F. Ja., Polyshhuk, L. R. (1981). *Rtutj y drughye tjzhelye metally v vodnoj srede : myghracyi, nakoplenye, toksychnostj dlja ghydrobyontov obzor*. Ghydrobyol. zhurn., 17(5), 71–83 (in Russian).
- Kovaljskyy, V. V. (1974). *Gheokhymycheskaja ekologhyja*. Nauka, Moscow, (in Russian).
- Kyrychuk G. Ye. (2011) *Fiziologho-biokhimichni mekhanizmy adaptaciji prysnovodnykh moljuskiv do zmin biotychnykh ta abiotychnykh chynnykiv vodnogho seredovyshha : avtoref. dys. na zdobuttja naukovooho stupenja doktora biologichnykh nauk*. Spec. "Ghidrobiologhija", Kyjiv, 45 (in Ukrainian)..
- Kyrychuk, G. Ye. (2009). *Vmist bilkiv u tkanyakh vytushky purpurnoji (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata: Bulinidae) za diji ioniv metaliv*. Dopovidi NANU, 1, 161–167 (in Ukrainian).
- Lynnyk, P. N. (1999). *Donnye otlozhenyja vodoemov kak potencyalnyj ystochnyk vtorychnogho zaghrjaznenyja vodnoj sredy soedynenyjamy tjzhelykh metallov*. Ghydrobyol. zhurn., 35 (2), 97–109 (in Russian).
- Mur Dzh., Ramamurty, S. (1987). *Tjzhelye metally v pryrodnykh vodakh*. Myr, Moscow, (in Russian).
- Oksyjuk, O. P., Zhukynskyy, V. N., Braghynskyy, L. P. [y dr.] (1993). *Kompleksnaja ekologhycheskaja klassyfykacyja kachestva poverkhnostnykh vod sushy*. Ghydrobyol. zhurn. 29(4), 62 – 76 (in Russian).
- Panyn, L. E. (1983). *Byokhymycheskye mekhanyzmu stressa*. Nauka, Novosybyrsk (in Russian).
- Patyn, S. A., Morozov, N. N. (1981). *Mykroelementy v morskykh orghanyzmakh y ekosystemakh*. Leghk. y pyshh. prom–stj, Moscow, (in Russian).
- Romanenko, V. D. (2004). *Osnovu ghydroekologhyi*. Kiev (in Ukrainian).
- Synjuk, Ju. V., Kurant, V. Z., Ghrubyenko, V. V. (2003). *Vlyjanye tjzhelykh metallov na kachestvennyj y kolychestvennyj sostav belkov syvorotky krovy karpa*. Ghydrobyol. zhurn., 39(3), 56–64 (in Russian).
- Devis, L. T. (1971). *Metyl mercury in fish*. FAO, Stockholm (in English).
- Khargarot, B. S., Cotter, T. G. (1988). *Sensitivity of freshwater pulmonate snails, Lymnaea luteola L., to heavy metals*. 41, 208–213 (in English).
- Kirichuk, G. Ye. Grubinko, V. V. (2009) *Peculiarities of the Protein Metabolism in Gastropoda (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) under Trematoda Infestation*. Hydrobiological journal. 45(1). 109-120 (in English)..
- Samali, A. (1996). *Heat shock proteins increase resistance to apoptosis*. Experimental Cell Research. 223(1), 163–170 (in English).
- Sanders, B. M., Martin L. S. (1993). *Stress proteins as biomarkers of contaminant exposure in archived environmental samples*. Science of the Total Environment, 139(140), 459–470 (in English).